Inspector+ & Inspector EXP+

Manual de instrucciones







Temario

1 Introducción

El Inspector+ es un instrumento para monitorizar riesgos para la salud y la seguridad que ha sido optimizado para detectar bajos niveles de radiación y medir radiación alfa, beta, gamma y rayos X.

Sus usos comprenden:

- Detección y medición de la contaminación superficial
- Monitorización de posible exposición a radiación durante el manejo de radio nucleidos
- Detección de contaminación ambiental
- Detección de gases nobles y otros radio nucleidos de baja energía

Modo en que el Inspector+ detecta la radiación

Para detectar la radiación, el Inspector+ utiliza un tubo Geiger-Mueller. El tubo Geiger genera un pulso de corriente eléctrica cada vez que pasa radiación por el tubo y provoca una ionización. Cada pulso se detecta electrónicamente y se registra como un impulso. El Inspector+ muestra los impulsos en el modo que el usuario seleccione.

La cantidad de impulsos detectados varía minuto a minuto debido a la naturaleza aleatoria de la radiactividad. Una lectura se expresa con mayor precisión cuando se hace un promedio en función del tiempo, por lo que el promedio será más preciso si el lapso considerado es mayor. En el Capítulo 3 encontrará más detalles en "Funcionamiento en Modalidad Total/Temporizador".

Precauciones

Para mantener el aparato en buenas condiciones, manéjelo con cuidado y tome las siguientes precauciones:

- No contamine el Inspector+; no deje que entre en contacto con superficies o materiales radiactivos. Si se sospecha que se produjo una contaminación, cambie las tiras de goma (hule) y coloque las que están engrapadas en este manual.
- No deje el Inspector+ en sitios cuya temperatura supere los 38 °C (100 °F) ni a la luz directa del sol durante períodos prolongados.
- No permita que el Inspector+ se moje. El agua daña los circuitos y la superficie de mica del tubo Geiger.
- No ponga el Inspector+ adentro de un horno de microondas. No sólo no puede medir microondas, sino que además podría averiar el horno.
- Este instrumento puede ser sensible y por ello no funcionar correctamente si hay presentes radiofrecuencias, microondas y campos electrostáticos y electromagnéticos.
- Si no va a usar el Inspector+ por más de un mes, quítele la pila para evitar daños por una posible corrosión de la pila.
- Cuando en la pantalla aparezca el símbolo de una batería, cambie de inmediato la pila.

2 Características

El Inspector+ mide radiación alfa, beta, gamma y rayos X. El instrumento ha sido optimizado para detectar pequeños cambios en los niveles de radiación y para tener alta sensibilidad a muchos radio nucleidos comunes. En el Anexo A, "Sensibilidad a los radio nucleidos comunes", encontrará más detalles al respecto.

En este capítulo se describen brevemente las funciones del Inspector+. Para obtener más detalles sobre su uso, refiérase al Capítulo 3, "Funcionamiento".

El Inspector+ cuenta los fenómenos ionizantes y exhibe los resultados en la pantalla de cristal líquido (LCD). El usuario selecciona la unidad de medición con la llave selectora de modalidad.

Toda vez que el Inspector+ esté funcionando, la luz roja de conteo (8) destellará cada vez que se detecte un impulso (un fenómeno ionizante).

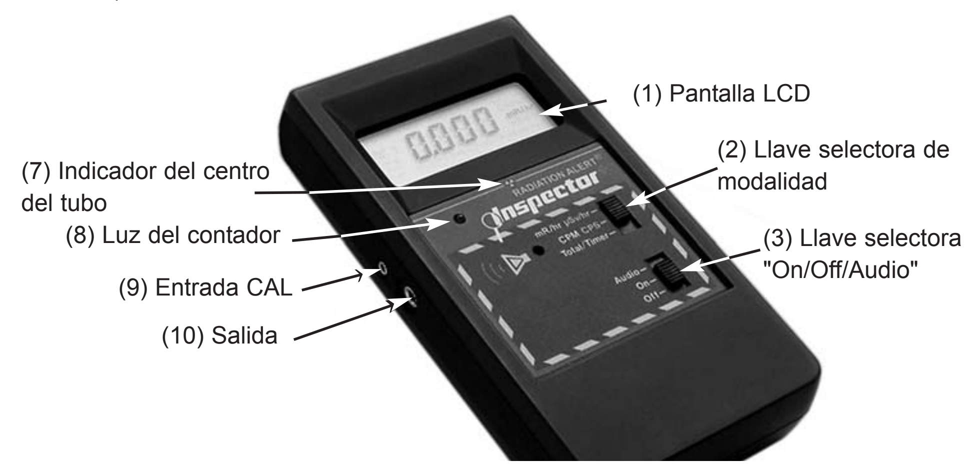


Ilustración 1 Vista frontal

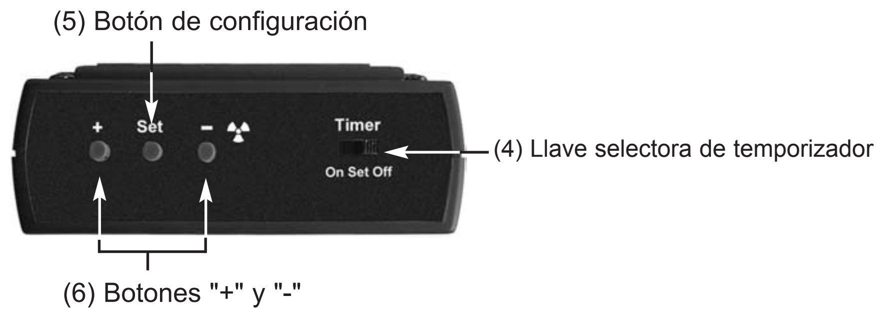


Ilustración 2 Vista del Panel de delantero

Pantalla (1)

En la pantalla LCD se observan diversos indicadores según la modalidad seleccionada, la función realizada y la carga de la pila.

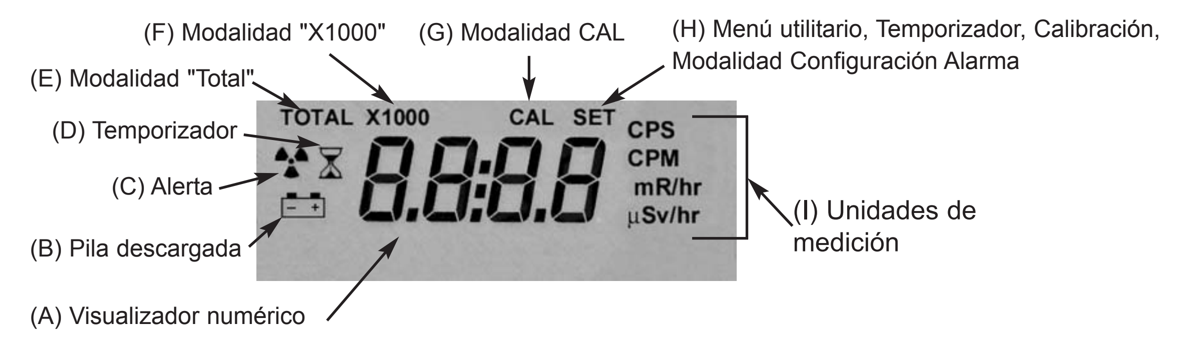


Ilustración 3 Indicadores de la pantalla

Indicadores:

- El **visualizador numérico (A)** indica el nivel actual de radiación en la unidad especificada por el selector de modalidad.
- A la izquierda del visualizador numérico aparece una pequeña **batería (B)** el visualizador para indicar que la pila tiene poca carga.
- A la izquierda del visualizador numérico aparece un **símbolo de radiación (C)** cuando la modalidad "Alerta" está activada.
- A la izquierda del visualizador numérico aparece un **reloj de arena (D)** el visualizador cuando se activa la modalidad Cal o durante un conteo programado.
- **TOTAL (E)** aparece cuando el Inspector+ está en la modalidad Total/Temporizador (Total/Timer).
- **X1000 (F)** aparece cuando el valor del visualizador numérico tiene que multiplicarse por 1000.
- **CAL (G)** aparece durante la calibración del Inspector+.
- **SET (H)** (configuración) aparece cuando se programa el temporizador (el visualizador numérico indica el período programado en vez del nivel actual de radiación), en la modalidad Cal (el visualizador numérico indica el factor Cal en vez del nivel actual de radiación) y cuando se configuran los Menús de Utilidades y Alarma.
- La **unidad de medida en uso (I)**-CPM, CPS, mR/h o µSv/h -se exhibe a la derecha del visualizador numérico.

Llaves Selectores

El Inspector+ tiene dos llaves selectoras en la parte frontal y una llave selectora y tres botones en el panel delantero. Cada llave puede colocarse en tres posiciones, cuya función se describe a continuación.

Llave selectora de modalidad [Ilustración 1 (2)]

mR/h µSv/h. El visualizador numérico indica el nivel actual de radiación en miliroentgens por hora o, si se usan unidades SI (del sistema internacional), en microsieverts por hora.

En la modalidad mR/h, el Inspector+ exhibe el nivel de radiación desde 0,001 hasta 100.

En la modalidad µSv/h, el Inspector+ exhibe el nivel de radiación desde 0,01 hasta 1000. En el "Menú de Utilidades" del Capítulo 3 hay más detalles sobre cómo activar esta modalidad.

En el "Menú de Utilidades" del Capítulo 3 hay más detalles sobre cómo activar esta modalidad.

IPM IPS (CPM, CPS). En la modalidad IPM (Recuentos por Minuto), la visualización indica el nivel actual de radiación en impulsos por minuto desde 0 hasta 350.000. Cuando la visualización indica X1000, multiplique la lectura numérica por 1000 para obtener el nivel completo de radiación. Cuando se usan unidades SI, la visualización indica el nivel de radiación en impulsos por segundo, desde 0 hasta 5000.

Total/Temporizador (Total/Timer). La visualización indica el total acumulado de impulsos desde 1 hasta 9.999.000.

Cuando la visualización indica X1000, multiplique la lectura numérica por 1000 para obtener el nivel completo de radiación. La totalización comienza cuando se pone el selector en esta posición. Para más detalles, consulte " Toma del Recuento Temporizado o Total" en el Capítulo 3.

Llave selectora Off/On/Audio (Apagado/Encendido/Audio) Ilustración (3)

Audio. El Inspector$^+$ emite un chasquido cada vez que detecta un fenómeno de radiación.

On (Encendido). El Inspector$^+$ está funcionando, pero la función de audio está desactivada.

Apagado (Off). No está funcionando el Inspector$^+$.

Llave selectora de temporizador [Ilustración 2 (4)]

Off (Apagado). El temporizador no está funcionando.

Set (Configurar). La duración del período temporizado puede programarse con los botones "+" y "-". Si el temporizador ya está funcionando, el visualizador indica el tiempo remanente en el período temporizado.

On (Encendido). El temporizador está funcionando y el visualizador indica el total de impulsos acumulados hasta este momento en el período temporizado

Botones "+" & "-" [Ilustración 2 (6)]

Los botones "+" y "-" se usan para ajustar el visualizador numérico para recuentos programados, configuración de alertas y durante la calibración. Consulte "Toma de un Recuento Temporizado" y "Configuración de alertas" en el Capítulo 3 y "Calibración" en el Capítulo 4.

Los botones "+" y "-" pueden usarse también para efectuar selecciones en el "Menú de Utilidades". Para obtener más detalles, consulte el "Menú de Utilidades" en el Capítulo 3.

Detector

PRECAUCIÓN: *La superficie de mica del tubo Geiger es frágil. No permita que nada penetre la pantalla.*



Ilustración 4 Vista posterior del Inspector$^+$ (Detector)

Interno - Solamente para Inspector+

El Inspector$^+$ posee un tubo Geiger de 2 pulgadas de longitud (5,1 cm), comúnmente llamado "tubo panqueque". La pantalla de la parte posterior del Inspector$^+$ se llama "ventanilla" (ver Ilustración 4). Esta ventanilla permite que las radiación alfa y las radiaciones beta y gamma de baja energía, que no pueden traspasar la cubierta de plástico, penetren la superficie de mica del tubo. El pequeño símbolo de radiación [Ilustración 1 (7)] de la etiqueta delantera indica el centro del tubo Geiger.

Externo - Solamente para Inspector EXP+

El Inspector EXP$^+$ tiene una sonda externa en forma de panqueque en lugar del detector incorporado. Para conectar el detector, enchufe un extremo del cable en el conector del panel delantero del Inspector$^+$ y el otro extremo en la sonda.

Precaución: Si la sonda no estuviera conectada cuando se enciende el instrumento, éste no funcionará correctamente y podría averiarse. ***No quite la sonda mientras el instrumento esté encendido.***

Accesos de Entrada/Salida

El acceso de **Entrada Cal (Ilustración 1 (9))** se utiliza para calibrar electrónicamente el instrumento con un generador de impulsos. Para obtener más detalles, refiérase a "Calibración Electrónica" en el Capítulo 5.

El acceso de **Salida (Ilustración (10))** que se encuentra debajo del enchufe de entrada Cal posibilita la interfaz del

Inspector$^+$ con una computadora, un registrador de datos u otro dispositivo. Para obtener más detalles, refiérase a "Interfaz con un dispositivo externo" en el Capítulo 3.

El **acceso para sonda** del panel delantero (presente únicamente en el Inspector EXP$^+$) se usa para conectar una sonda externa.

3 Funcionamiento

Unidades de Medida

El Inspector+ está diseñado para usar unidades convencionales (miliroentgens por hora e impulsos por minuto) o unidades SI (microsieverts por hora e impulsos por segundo). Para alternar entre unidades convencionales o SI, elija la Opción 2 en el Menú de Utilidades. Para obtener más detalles, refiérase al "Menú de Utilidades" en el Capítulo 3.

Encendido del Inspector$^+$

Antes de encender el Inspector$^+$, instale una pila alcalina estándar de 9 voltios en el compartimiento correspondiente de la parte posterior inferior. Nota: coloque la pila contra la pared de fondo y asegúrese de que los cables pasen por el costado de la pila y no por debajo de la misma.

Encendido. Para encender el Inspector$^+$, coloque la llave selectora superior en la modalidad deseada y coloque la llave selectora inferior en la posición "On" o “Audio”. El Inspector$^+$ iniciará entonces una verificación del sistema que dura seis segundos. Se exhiben todos los indicadores y números.

Después de la verificación del sistema, el nivel de radiación se exhibe en la modalidad seleccionada. Aproximadamente treinta segundos después de encender el Inspector$^+$ en marcha, un breve pitido indica que se ha reunido suficiente información para asegurar la validez estadística de las medidas.

Actualización del visualizador. En las modalidades de tasa de dosis, el visualizador numérico se actualiza cada tres segundos. En la modalidad Total/Temporizador (Total/Timer), el visualizador numérico se actualiza dos veces por segundo.

Nivel Máximo. Cuando se alcanza el nivel máximo para la modalidad actual, el Inspector$^+$ emite pitidos por tres segundos, hace una pausa por tres segundos y luego repite el ciclo. El visualizador numérico destella. El patrón de pitidos y el visualizador destellante continúan hasta que el nivel disminuye o se apaga el Inspector$^+$.

Tiempo de Respuesta (Cálculo automático de promedios). Cuando el nivel de radiación es inferior a 6000 CPM, la lectura de la tasa de dosis en cualquiera de las modalidades se basa en la radiación detectada en los últimos 30 segundos. Para responder más rápidamente a los cambios, cuando el nivel de radiación supera los 6000 CPM en cualquier período de 30 segundos, la lectura se basará en los 6 últimos segundos. Cuando el nivel de radiación supera los 12000 CPM en cualquier período de 30 segundos, la lectura se basará en los 3 últimos segundos. Nota: puede elegir la respuesta de 3 segundos en cualquier nivel de radiación por medio del "Menú de Utilidades" detallado en el Capítulo

Después de estar encendido por 30 segundos, si el instrumento detecta…	la lectura se basará en un promedio de los últimos…
(<100 IPS) < 6 000 IPM o <1,75 mR/h	30 segundos
(100 -200 IPS) 6 000-12 000 IPM o 1,75-3,6 mR/h	6 segundos
(>200 IPS) >12 000 IPM o >3,6 mR/h	3 segundos, respuesta rápida

Selección Automática de GamaSelección automática de rango

Cuando en algunas modalidades los niveles de radiación aumentan por encima de ciertos niveles predeterminados, el Inspector$^+$ usa la selección automática de rango para cambiar automáticamente a la escala "X1000". Cuando aparece X1000 encima del visualizador numérico, multiplique la lectura visualizada por 1000 para determinar el nivel de radiación.

Modalidad		Rangos exhibidos
CPM	0 a 2 999 IPM	> 2 999 X1000 3,000 (3 000) IPM a 3500 (350 000)CPM
Total/ Temporizador	0-9 999 impulsos	> 9 999 X1000 10,00 (10 000) a 9999 (9 999 000) impulsos

Funcionamiento en las modalidades tasa de dosis

Precaución: *1. Cerciórese de que no haya ninguna obstrucción entre la ventanilla del detector y la fuente que esté*

vigilando/controlando. 2. Evite tomar medidas con la ventanilla GM orientada hacia el sol, pues eso podría afectar las lecturas.

Cuando el selector de modalidades está en mR/h µSv/h o CPM CPS, el visualizador numérico se actualiza cada tres segundos. Si la tasa de impulsos fuera baja, los cambios importantes en el nivel de radiación exhibida podrán demorar hasta 30 segundos en estabilizarse. Para obtener más detalles, refiérase a "Selección Automática de Gama" en este capítulo

CPM o CPS y los recuentos totales son los métodos más directos de medición; mR/h (o µSv/h) se calcula usando un factor de conversión optimizado para el Cesio 137. Esta modalidad es menos precisa para otros radio nucleidos a no ser que se haya calibrado el Inspector+ para un radionucleido similar.

Los indicadores más inmediatos del nivel de radiación son la señal sonora y la luz de conteo. Transcurrirán 3 segundos antes de que se exhiba un cambio en el visualizador numérico, a menos que se esté usando la modalidad Total/Temporizador (Total/Timer).

Funcionamiento en la Modalidad Total/Temporizador (Total/Timer)

Cuando la llave selectora de modalidad se coloca en Total/Temporizador (Total/Timer), el visualizador numérico se actualiza dos veces por segundo y se inicia la totalización.

Medición de un recuento temporizado

Cuando se toma un recuento temporizado durante un período más largo, el recuento promedio por minuto es más preciso, y cualquier aumento pequeño es más significativo. Por ejemplo, si un promedio para un intervalo de 10 minutos supera en un impulso otro promedio de 10 minutos, el aumento podría ser el resultado de una variación normal. Pero durante 12 horas, un aumento de un impulso basado en el promedio de fondo de 12 horas podrá ser estadísticamente significativo.

El Inspector+ mide un recuento total para un período temporizado que puede ser desde un minuto hasta 24 horas. Si el período considerado fuera inferior a 1 minuto, observe la cuenta regresiva en segundos que aparece en la pantalla. El temporizador puede detenerse manualmente en cualquier momento que se desee.

Siga estos pasos para tomar un recuento temporizado:

1. Con el Inspector+ funcionando, coloque la llave selectora de modalidad en Total/Temporizador (Total/Timer) y la llave selectora del Temporizador en el panel delantero en Configurar (Set). En la pantalla aparecerán los símbolos del reloj de arena y "SET"; el valor visible será 00:01 (un minuto).
2. Use los botones "+" y "-" para fijar el período temporizado. El período temporizado puede ser de 1 a 10 minutos en incrementos de un minuto, para 10 a 50 minutos en incrementos de diez minutos, o de 1 a 24 horas en incrementos de una hora.
3. Coloque la llave selectora del Temporizador en Encendido (On). El Inspector+ emite tres pitidos e inicia el conteo. El símbolo del reloj de arena destella durante el período seleccionado.

   Si desea ver cuántos minutos restan, coloque la llave selectora del Temporizador en Configurar (Set). El visualizador realiza una cuenta regresiva desde el tiempo fijado en horas y minutos hasta cero. Por ejemplo, si la pantalla indica 00:21, restan 21 minutos. Durante el tiempo seleccionado puede alternar entre Total/Temporizador y las modalidades de tasa de dosis sin por ello interrumpir dicho tiempo seleccionado. El indicador de reloj de arena se muestra en todas las configuraciones y estará destellando mientras funcione el temporizador.
4. Al final del período seleccionado, el Inspector+ emite tres pitidos y repite los pitidos varias veces durante quince segundos. La cifra exhibida es el recuento total.
5. Coloque la llave selectora del Temporizador en la posición de Apagado (Off) para volver al funcionamiento normal.

   Para determinar los impulsos promedio por minuto para el período temporizado, divida el total por el número de minutos.
6. Para reconfigurar el temporizador para hacer otra medición, mueva la llave selectora del temporizador a la posición de Apagado (Off) y luego regrésela a la posición de Encendido (On). El instrumento conservará el temporizador.

Uso de modalidades de tasa de dosis mientras el temporizador está activado

Las modalidades de la tasa de dosis pueden utilizarse mientras el temporizador está activado. En cualquier modalidad de tasa de dosis el indicador del reloj de arena continuará destellando durante el período temporizado. Al final de dicho período, el reloj de arena permanecerá continuamente encendido y la lectura temporizada se mantendrá en la modalidad de Total/Temporizador (Total/ Timer).

Medición de un recuento total

El temporizador puede tomar recuentos temporizados de períodos de hasta 24 horas. Es posible tomar un recuento sin el temporizador, por ejemplo, tomando un recuento por un período superior a 24 horas. Para ello, siga estos pasos:

1. Ponga el Inspector+ en el lugar donde usted piensa efectuar el recuento.
2. Anote la hora.

3. Inmediatamente, cuando usted anote la hora, ponga el selector de modalidad en Total/Temporizador (Total/Timer).
4. Al final del período temporizado, anote la hora y el número de impulsos en la visualización numérica.
5. Reste la hora al comienzo de la hora al final para determinar el número exacto de minutos en el período temporizado.
6. Para obtener el recuento promedio, divida el recuento total por el número de minutos en el período temporizado.

Uso de alertas

Cuando usa la opción 2 del menú de utilidades para alternar entre las unidades de medición, la alerta se restablece al nivel predeterminado de alerta de 0,1 mR/hr (1,0 µS/hr). La alerta puede establecerse en mR/h o en CPM. Cuando se alcanza el umbral de la alerta, se escuchará un pitido hasta que se desactive la alerta o el nivel de radiación caiga por debajo del umbral predeterminado.

1. Para configurar la alerta, oprima el botón "SET" del panel delantero; aparecerán los símbolos "ALERT" (alerta, símbolo de radiación) y "SET" (configurar).
2. Use los botones "+" y "-" para seleccionar el valor deseado.
3. Oprima una vez el botón "SET" para guardar el valor en la memoria. Vuelva a oprimirlo para activar la modalidad alerta. En la pantalla se verá el símbolo "ALERT", para indicar que el instrumento está funcionando en esa modalidad.
4. Para usar el valor de alerta previamente seleccionado, oprima el botón "SET" dos veces; así se activará la modalidad alerta.
5. Para desactivar la modalidad alerta, vuelva a oprimir el botón "SET". Observe que ya no se verá el símbolo "ALERT".

Menú de Utilidades

El Menú de Utilidades permite cambiar los valores predeterminados de diversos parámetros. Una vez cambiada la configuración, se mantendrá en efecto a menos que se la cambie usando el Menú de Utilidades.

1. Para activar el Menú de Utilidades, mantenga oprimido el botón "+" mientras enciende el instrumento. En la pantalla se verá el símbolo "MENU". Deje de oprimir el botón "+" y verá un "1", correspondiente a la opción 1, junto con el símbolo "MENU".
2. Para desplazarse por el menú, oprima factor Cal.
3. Para seleccionar una opción, oprima el botón "SET" y se mostrará el símbolo "SET".
4. Use los botones "+" o "-" para alternar entre las opciones y oprima el botón "SET" para ingresar el nuevo valor. El instrumento continuará funcionando en la modalidad de Menú de Utilidades y en la pantalla se verá "0" y "MENU". Para seleccionar otra opción del Menú de Utilidades, repita el proceso anterior.
5. Para salir del Menú de Utilidades, oprima el botón "SET" cuando lo desee. El Inspector+ continuará con la rutina de encendido normal. Vea las opciones en la tabla siguiente:

Opciones	Funciones	Comentarios
1. Promedio automático o promedio de 3 segundos	"On" selecciona promedio automático y "Off" selecciona promedio de 3 segundos (respuesta rápida)	Refiérase a "Tiempo de respuesta (Cálculo automático de el Capítulo 3
2. Unidades de medición	Selecciona mR/hr y CPM o µSv/hr y CPS	
3. Configuración Cal 100 necesario	Reconfigura	Oprima el botón "Set"; no es necesario alternar
4, 5, 6	Reservado para futuras opciones	
7. Selección del factor Cal	Selecciona manualmente el factor Cal	Use los botones "+" y "-" para aumentar o disminuir el valor deseado
8. Selección del va predeterminado en fábrica	Automáticamente regres los valores de Cálculo automático de promedios, mR/h, CPM y CAL 100 a los valores originales de fábrica	Oprima el botón "Set"; no es necesario
9. Número de versión	Indica el número de versión del programa	

Interfaces con un Dispositivo Externo

El enchufe de salida inferior [Ilustración 1 (10)] en el lado izquierdo del Inspector+ es un enchufe doble en miniatura utilizado para salida de datos que puede usarse para accionar un dispositivo TTL o CMOS. Puede utilizarse para registrar los impulsos en una computadora, un registrador de datos o un contador acumulador. La salida en la punta del enchufe proporciona un impulso positivo (10 voltios) cada vez que el tubo Geiger detecta un impulso. Para obtener más información acerca del programa Observer, visite seintl.com.

Opciones

Placa WipeTest para pruebas (patente N° 5.936.246)

La placa de acero inoxidable WipeTest posee una depresión circular para colocar una prueba hecha en forma paralela a la ventanilla del detector a una distancia fija de 1 cm. La placa WipeTest está diseñada para deslizarse fácilmente en la parte posterior del Inspector+.

4 Procedimientos comunes

En las siguientes secciones se indica cómo realizar diversos procedimientos comunes. Al igual que con cualquier otro procedimiento, el usuario debe determinar la adecuación del instrumento o del procedimiento para la aplicación deseada.

Manera de Establecer el Recuento de Fondo

Los niveles normales de radiación de fondo varían según el lugar, la hora, aún en diferentes partes de una misma habitación. Para interpretar correctamente las lecturas del Inspector+, lo ideal es establecer la tasa de conteo normal de la radicación de fondo para cada área que piensa monitorizar. Para ello, haga un recuento temporizado. Para obtener más información sobre el uso del temporizador, refiérase a "Toma de un recuento temporizado" en el Capítulo 3.

Un promedio obtenido en un período de diez minutos es moderadamente exacto. Puede repetirse varias veces para comparar los promedios. Para establecer un promedio más exacto, tome un recuento en una hora. Si fuera necesario determinar si hay una contaminación previa, mida los promedios en varios lugares y compare los resultados.

Monitorización del medio ambiente

Cuando desee monitorizar la radiación en el medio ambiente, mantenga el Inspector+ en la modalidad CPM o mR/h y observe la lectura de vez en cuando para ver si se detectan valores elevados.

Si sospecha que hay un aumento de la radiación en el medio ambiente, use el temporizador para hacer un conteo de cinco o diez minutos; compárelo luego con el promedio de la radiación de fondo. Si sospecha que hay un aumento demasiado pequeño para detectarlo con una lapso corto, tome una medida con un tiempo mayor (por ejemplo, 6, 12 ó 24 horas).

Control de contaminación en superficies

PRECAUCIÓN: *No deje que el Inspector+ entre en contacto con superficies que pudieran estar contaminadas, porque contaminaría el instrumento. Si las tiras de goma (hule) de la parte posterior se contaminaran, cámbielas. Las tiras de repuesto están engrapadas en este manual.*

Para controlar una superficie, coloque la ventanilla del detector cerca de la superficie y lea la tasa de conteo (espere 30 segundos o hasta que la lectura se estabilice). Si desea determinar si la superficie es ligeramente radiactiva, haga un conteo temporizado o un conteo acumulativo más prolongado.

5 Mantenimiento

El Inspector+ debe calibrarse periódicamente y manipularse con cuidado para obtener lecturas correctas. Para mantener el instrumento en buenas condiciones, obedezca las siguientes pautas:

Calibración

El Inspector+ debe calibrarse tan a menudo como la regulación lo exija, o en todo caso, una vez al año. La mejor manera de calibrarlo es usando una fuente certificada de calibración. Si no hay ninguna disponible, es posible efectuar una calibración electrónica con un generador de impulsos.

La fuente estándar de calibración es el Cesio 137. Debe usarse una fuente certificada de calibración. Para calibrar el Inspector+ para otro radionucleido, es imprescindible usar una fuente calibrada para dicho radionucleido o el factor apropiado de conversión con relación al Cesio 137.

PRECAUCIÓN: *pueden producirse errores cuando se usa una fuente o fondo de bajo nivel de energía para seleccionar el factor CAL. En la modalidad Calibración, el incremento más pequeño que puede obtenerse es 0,010, que evita el ajuste fino del factor CAL.*

Calibración Usando una Fuente

1. Coloque la sonda del Inspector+ o Inspector EXP+ a una distancia de la fuente correspondiente a un campo de 50

mR/h, con la ventanilla del detector orientada hacia la fuente.

2. Coloque la llave selectora de modalidad del Inspector+ en mR/h.
3. Encienda el Inspector+.
4. Abra la fuente y registre 20 lecturas consecutivas.
5. Cierre la fuente.
6. Calcule el promedio de las lecturas y regístrelo.
   a) Si el promedio es ±10% de 50 mR/h, prosiga con el Paso 7.
   b) Si el promedio no es ±10% de 50 mR/h, prosiga con el Paso 10.
7. Coloque la sonda del Inspector+ o del Inspector EXP+ a una distancia de la fuente correspondiente a un campo de 5 mR/h, con la ventanilla del detector orientada hacia la fuente.
8. Repita los Pasos 2 - 5.
9. Calcule el promedio de las lecturas y regístrelo.
   a) Si el promedio es ±10% de 5 mR/h, se ha terminado el proceso de calibración.
   b) Si el promedio no es ±10% de 5 mR/h, prosiga con el Paso 10.
10. Apague el AUDIO para oír cuando suene el temporizador de cuenta regresiva.
11. Apague el Inspector+. Mantenga oprimido el botón "-" del panel delantero y encienda el Inspector+. Las letras CAL aparecerán en la pantalla y el Inspector+ realizará la cuenta regresiva por 15 segundos, chirriando a cada segundo. Esta demora le da la oportunidad de salir del campo y luego dejar la fuente al descubierto. Al final de los 15 segundos, el Inspector+ emite pitidos.
12. El Inspector+ ahora recopila datos por 30 segundos, chirriando cada 2 segundos, con las letras CAL y el símbolo del reloj de arena destellando. Al final de los 30 segundos, emite pitidos. Aparecen las letras CAL y SET destellando.
13. Cierre la fuente.
14. Oprima los botones "+" - "-" en el Inspector+ para cambiar la lectura a lo que debería corresponder.
15. Cuando la lectura sea la correcta, oprima el botón "SET". El nuevo factor de calibración se visualiza por varios segundos y luego el Inspector+ emite pitidos y reanuda el funcionamiento normal.
16. Registre el nuevo factor de calibración.
17. Coloque la sonda del Inspector+ o del Inspector+ EXP a una distancia de la fuente correspondiente a un campo de 5 mR/h, con la ventanilla del detector orientada hacia la fuente.
18. Repita los Pasos 2 - 5.
19. Calcule el promedio de las lecturas y regístrelo.
   a) Si el promedio es ±10% de 5 mR/h, se ha terminado el proceso de calibración.

b) Si el promedio no es ±10% de 5 mR/h, repita los pasos 11 - 16 y prosiga con el paso 20.

20. Calcule el promedio del factor de calibración para 50 mR/h y el factor de calibración para 5 mR/h.
21. Apague el Inspector+.
22. Mantenga oprimido el botón "+" mientras enciende el Inspector+. En el visualizador numérico se verá un solo número.
23. Oprima el botón "+" o "-" hasta que aparezca el número 7.
24. Oprima el botón "SET".
25. Se verá el factor de calibración. Oprima los botones "+" o "-" para que el factor de calibración sea el promedio que se calculó en el Paso 20.
26. Oprima el botón "SET" para introducir el nuevo valor y reanudar el funcionamiento normal.

Se fija el factor de calibración en 100 (por ciento) en la fábrica. Si cambia la lectura, por ejemplo, a un 20% mayor que la lectura de fábrica, el nuevo factor de calibración sería 120. El factor de calibración actual se ve durante el chequeo del sistema cuando se enciende el Inspector+.

Calibración Electrónica

Es posible realizar la calibración electrónica con un generador de impulsos o de funciones. La calibración electrónica requiere un cable provisto de un enchufe de 2,5 mm, con la señal llevada en la punta. Siga estos pasos:

1. Ajuste la altura de señal a 3,3 voltios y la duración positive del impulso a 85 microsegundos.

   PRECAUCIÓN: no inyecte un impulso cuando el Inspector+ está apagado.

   No supere los 5 voltios.
2. Encienda el Inspector+ y coloque la llave selectora de modalidad en mR/h µSv/h.
3. Conecte el cable en el enchufe superior.
4. Use la siguiente tabla para verificar la precisión del Inspector+. La tabla indica las tasas de impulsos del generador apropiadas para efectuar la calibración para Cs-137. Si la precisión no queda dentro de los límites deseados, siga los pasos 5 a 7. Nota: el Inspector+ compensa automáticamente por los impulsos perdidos debido al tiempo muerto del tubo GM. La lectura del visualizador en la modalidad CPM no igualará la frecuencia de entrada. Para exhibir el

número de impulsos no compensados en CPM, mantenga oprimido continuamente el botón "-". La lectura corresponderá ahora a la frecuencia de entrada.

Entrada del Generador de Impulsos (PPM)	CPM	mR/H	μSv/h	CPS
31,423	33,400	10.00	100.0	557
59,335	66,800	20.00	200.0	1,113
127,043	166,999	50.00	500.0	2,783
177,752	267,200	80.00	800.0	4,453
205,031	334,000	100.0	1,000	over ange

5. Apague el Inspector⁺. Mantenga oprimido el botón "-" del panel delantero y encienda el Inspector⁺. En el visualizador se ve "CAL", y el Inspector⁺ realiza una cuenta regresiva por 15 segundos, chirriando a cada segundo. Después de 15 segundos, el Inspector⁺ emite un pitido.
6. El Inspector⁺ recoge datos por 30 segundos, chirriando cada 2 segundos, haciendo que destellen la palabra CAL y el símbolo del reloj de arena. Después de 30 segundos, emite otro pitido. El visualizador indica CAL, y la palabra "SET" destella.
7. Oprima los botones "+" y "-" para que la lectura sea lo que debe ser. Cuando la lectura sea la correcta, oprima el botón "SET".

   El nuevo factor de calibración se exhibe durante varios segundos y luego el Inspector⁺ emite un pitido y reanuda su funcionamiento normal.

Determinación de problemas y su posible solución

El Inspector⁺ es un instrumento altamente confiable. Si no parece estar funcionando correctamente, repase el siguiente cuadro para determinar si puede identificar el problema.

Problema	Causa Posible	Qué hacer
Pantalla en blanco	Falta la pila, pila descargada, pila mal defectuosa	Instalar una pila nueva de 9 voltios; si la luz de conteo y conectada, LCD el audio funcionan, quizás haya que reemplazar la pantalla LCD
La pantalla funciona pero no se registra ningún impulso	Tubo Geiger defectuoso o cable averiado	Mire a través de la ventanilla para inspeccionar la superficie de mica del tubo; si está arrugada o rota, reemplácela Inspeccione el cable de conexión
Lectura alta, pero otro instrumento indica una lectura normal en el mismo sitio	Contaminación	Con otro instrumento, mida la radiación del Inspector⁺ (EXP⁺) Reemplace las tiras de goma (hule) de la parte posterior del Inspector⁺
Lectura alta falsa	Humedad	Los circuitos integrados pueden estar mojados; seque el instrumento en un sitio seco y cálido; si el problema persiste, hágalo reparar en fábrica
Lectura alta falsa	Fotosensibilidad	aparte el instrumento de la luz solar directa y de toda fuente de luz UV; si la lectura disminuye, la cobertura de la ventanilla de mica podría haberse perdido porque el tubo Geiger se mojó; reemplace el tubo
Lectura alta falsa	Descarga continua	Reemplace el tubo Geiger
Lectura alta falsa	Campo electromagnético	Aparte el instrumento decualquier posible fuente electromagnética o de radiación de radiofrecuencia

Servicio

PRECAUCIÓN: *bajo ningún concepto envíe un instrumento contaminado para su reparación o calibración. No existen piezas en el interior que puedan ser reparadas por el usuario.Si el Inspector⁺ requiere servicio, sírvase ponerse en contacto con su distribuidor o diríjase a la siguiente dirección:*

Si el Inspector⁺ necesita servicio, comuníquese con el distribuidor de su zona o diríjase a la siguiente dirección:

S.E. International, Inc.
P.O. Box 39, 436 Farm Rd.
Summertown, TN USA 38483-0039
Tel 931-964-3561, Fax 931-964-3564
E-mail: radiationinfo@seintl.com

6 Información básica sobre la radiación y su medición

En este capítulo se explica brevemente qué es la radiación y cómo se mide. Esta información es para los usuarios que no están familiarizados con el tema. Resulta muy útil para comprender cómo funciona el Inspector+ y cómo interpretar las lecturas.

Radiación ionizante

La radiación ionizante es una radiación que cambia la estructura de los átomos individuales pues los ioniza. Los iones producidos, a su vez, ionizan más átomos. A las sustancias que producen una radiación ionizante se las llama radiactivas.

La radiactividad es un fenómeno natural. En el sol y en otras estrellas se producen reacciones nucleares continuamente. La radiación emitida viaja por el espacio y una pequeña fracción de ella llega a la Tierra. En la gente y en la tierra también existen las fuentes naturales de radiación ionizante. La más común de estas fuentes es el uranio y sus productos de degradación natural.

La radiación ionizante se divide en cuatro grupos:

Los **rayos X** son una radiación artificial producida al bombardear en el vacío un blanco metálico con electrones a alta velocidad. Los rayos X son una radiación electromagnética de la misma naturaleza que las ondas luminosas y las de radio, pero de una longitud de onda extremadamente corta, inferior a 0,1 x 10-9 cm. También se llaman fotones. La energía de los rayos X es millones de veces mayor que la de las ondas luminosas o de radio. Debido a este elevado nivel de energía, los rayos X penetran diversos materiales, inclusive los tejidos orgánicos.

Los **rayos gamma** son casi idénticos a los rayos X, pero generalmente tienen una longitud de onda más corta que la de los rayos X. Los rayos gamma son muy penetrantes, por lo cual normalmente se requiere un blindaje grueso de plomo para detenerlos.

Radiación **beta**. Una partícula beta es un electrón emitido por un átomo. Tiene más masa y menos energía que un rayo gamma, por lo que no penetra la materia tan profundamente como los rayos gamma o los rayos X.

Radiación **alfa**. Una partícula alfa consta de dos protones y dos neutrones, lo mismo que el núcleo de un átomo de helio. Generalmente no puede desplazarse más de 1 a 3 pulgadas (2,5 a 7,5 cm) por el aire antes de detenerse, y se puede detenerse con una hoja de papel.

Degradación: cuando un átomo emite una partícula alfa o beta o un rayo gamma, se convierte en un tipo diferente de átomo. Las sustancias radiactivas podrán pasar por varias etapas de degradación antes de convertirse en una forma estable y no ionizante. Por ejemplo, el U 238 pasa por 14 etapas diferentes de degradación antes de estabilizarse.

Un elemento puede presentarse de varias maneras, llamadas isótopos. A un isótopo radiactivo de un elemento puede llamársele "radioisótopo". Sin embargo, la forma más correcta es "radionucleido".

Vida media: cada radionucleido posee una vida media característica, que es el tiempo necesario para que la mitad de su masa se degrade.

Unidades de medida de la radiación

Para medir la radiación, la exposición a ella y la dosis se emplean diversas unidades.

Un **roentgen** es la cantidad de radiación X o radiación gamma que produce una unidad electrostática de carga en un cc de aire seco a 0 C y 760 mm de presión atmosférica de mercurio. El Inspector+ da resultados en miliroentgens por hora (mR/h).

Un **rad** es la unidad de exposición a la radiación ionizante igual a la energía de 100 ergios por gramo de materia irradiada. Es aproximadamente igual a 1,07 roentgens.

Un **rem** es la dosis recibida por la exposición a un rad. Es la cantidad de rads multiplicada por el factor de calidad de la fuente particular de radiación. El rem y el milirem son las unidades de medida más comúnmente utilizadas para la dosis de radiación en EUA. 1 rem= 1 rad.

Un **sievert** es la medida internacional normal para medir la dosis. Un sievert equivale a cien rems. Un microsievert (µSv) es un millonésimo de un sievert.

Una **curie** es la cantidad de materia radiactiva que se degrada a razón de 37 mil millones de desintegraciones por segundo, aproximadamente la velocidad de desintegración de un gramo de radio. Los microcuries (millonésimos de un curie) y picocuries (billonésimos de un curie) también se usan como unidades de medida.

Un bequerel (Bq) es equivalente a una desintegración por segundo.

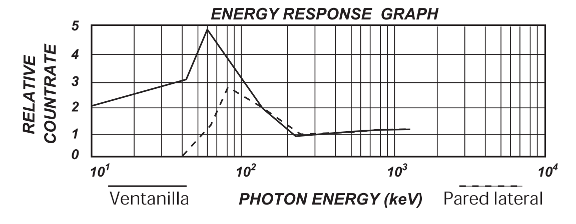
Anexo A - Especificaciones Técnicas

Detector:	Interno:	Tubo Geiger-Mueller con halógeno. Diámetro efectivo de 1,75” (45 mm). Densidad de la ventanilla de mica: 1,5-2,0 mg/cm2.	
	RAP~RSI Externo:	El mismo detector que el modelo incorporado. Caja de aluminio anodizado con mango de vinilo negro. Alimentación de energia de 500 voltios ubicada en el cabezal de la sonda. Adaptadores: Amphenol 31226 twinax.	
Visualización:		Una visualización de cristal líquido (LCD) de 4 dígitos incluyendo indicadores de modalidad.	
Gama Operacional:		mR/h:	0,001 a 100,0
		IPM:	0 a 350 000
		Total:	1 a 9 999 000 impulsos
		mSv/h:	0,01 a 1000
		IPS:	0 a 5 000

Eficiencia 4p: Sr-(y)90: aprox. 38%; C-14: aprox. 5,3%

P-32: aprox. 33%; Co-57: aprox. 0,3% en contacto

Sensibilidad Energética: 3340 CPM/mR/h en relación al Cs-137 lo más mínimo detectable para I a 125 es 0,02 mCi en contacto



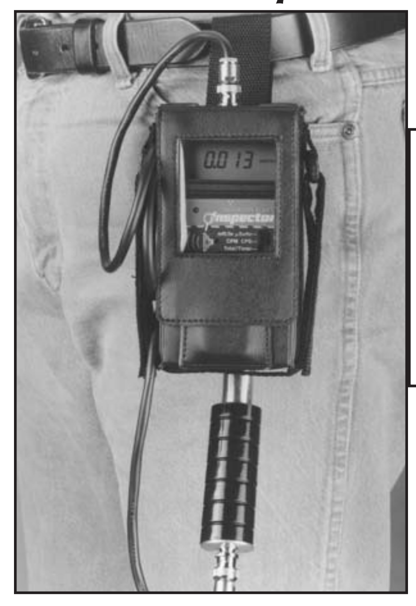
Respuesta Energética:	
Período Promedio:	las actualizaciones se muestran cada 3 segundos y se muestra el promedio para el último período de 30 segundos a niveles normales. El período para los promedios disminuye a medida que aumenta el nivel de radiación. Refiérase a el Capítulo 3, Funcionamiento - Selección automática de rango, Actualización del visualizador.
Gama del Factor CAL:	001 a 199
Temporizador:	Puede programar períodos de muestreo de 1 a 10 minutos en incrementos de un minuto, de 10 a 50 minutos en incrementos de 10 minutos, y en 1 a 24 horas en incrementos de 1 hora
Rango de alerta:	mR/h 0 a 50 CPM 0 a 160000
Precisión:	mR/hr ±10% typical (NIST), ±15% max - 0 to 100
	µSv/hr ±10% typical (NIST), ±15% max - .01 - 1000
	CPM ±10% typical (NIST), ±15% max - 0 to 350,000
Alarma Sonora:	funciona únicamente en modalidad Audio
Antisaturación:	La lectura se mantiene en plena escala en campos de hasta 100 veces la lectura máxima.
Gama de Temperaturas:	-10 °C a +50 °C , 14 °F a 122 °F
Potencia:	Una pila alcalina de 9 voltios. La vida útil de la pila es al menos de 2160 horas con un fondo normal. Mínimo 625 horas a 1 mR/h.
Dimensiones:	150 x 80 x 30 mm (5,9” x 3,2” x 1,2”)
Peso, incluyendo la pila:	Inspector+ 327.4 grams (11.55 oz) Inspector EXP+ 610.7 grams (21.54 oz)

Anexo B Sensibilidad a Isótopos Comunes

Eficiencia típica del tubo GM para geometría 4 Pi en contacto

Isótopo **Beta**	**E máx. MeV**	**Eficiencia**
^{14}C	49 keV Promedio 156 keV Máx.	5,3%
^{210}Bi	390 keV Promedio 1,2 MeV Máx.	32%
$^{90}Sr(Y)$	546 keV y 2,3 MeV	38%
^{32}P	693 keV Promedio 1,7 MeV Máx.	33%
Alfa		
^{241}Am	5,5 MeV	18%

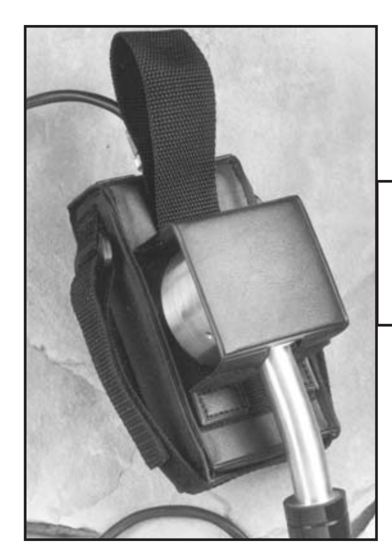
Anexo C Funda para transporte del Inspector EXP+



La funda para transporte posee una ventana transparente para poder ver claramente la lectura y la luz de conteo, y se levanta para poder acceder a las llaves selectoras. Para facilitar el transporte del instrumento, la funda cuenta con correas y presilla para el cinturón.

El exclusivo diseño para guardar la sonda en la funda para transporte permite utilizar el instrumento con una sola mano.





La cubierta reforzada para protección de la sonda protege contra daños a la frágil ventanilla del detector.

La cubierta delantera se levanta para permitir acceder a las llaves selectoras; hay un pequeño bolsillo para guardar una fuente de calibración. Para protección del usuario, recomendamos usar una fuente de 0,1 microcurie de Cs-137 con blindaje en ambos lados. El distribuidor de su zona puede proporcionarle el blindaje necesario para esta fuente de radiación gamma.



Anexo D Opciones

Etui de protection de l'Inspector

Idéal pour l'utilisation militaire, c'est l'étui par excellence pour la protection contre les intempéries, les gouttes d'eau et bien plus encore. Fabriqué dans un matériau quasiment indestructible, il a été conçu pour garder votre Inspector à l'abri de la poussière, de l'air et dans une housse totalement étanche tout en vous permettant l'accès à l'utilisation de l'Inspector pour des données, quelles que soient les conditions atmosphériques. (détection Gamma uniquement)





Conforme aux standards de la Sécurité Nationale

Incassable, étanche à l'eau à la poussière et à l'air

Poignées velcro ajustables- utilisation facile avec des gants

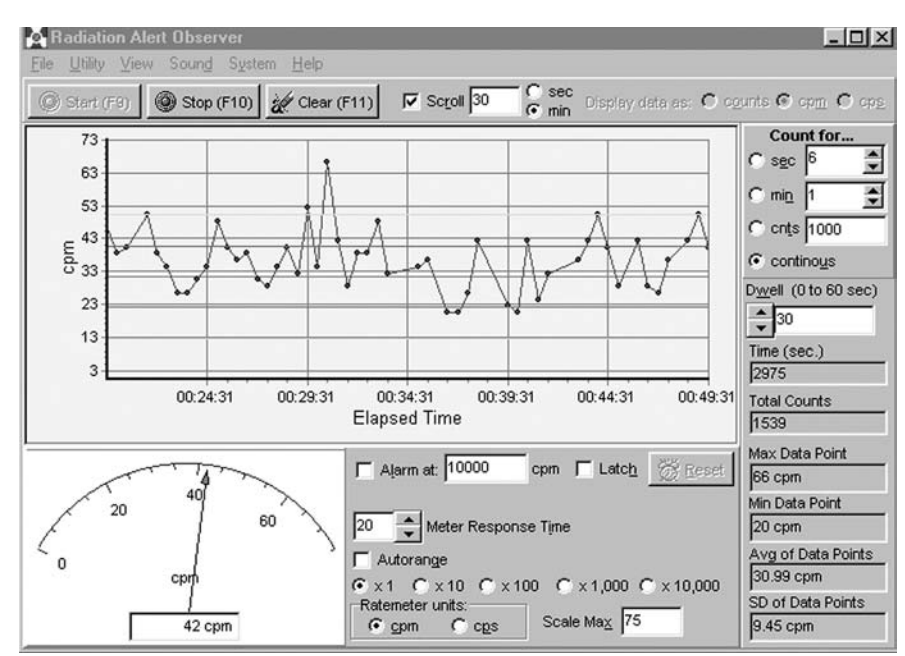
Mesures en pouces : L 8,5 - l 1,37mini (5,25 max.) - épaisseur 2,4 (L 216 x l 111mini (133 max.) x épaisseur 61 mm

Utilisation facile de l'Inspector grâce à l'écran plastique transparent encastré.

Software Observer

El software Observer se ejecuta en una plataforma Windows y se puede usar con los monitores Inspector, Digilert 50 y Geiger Radiation. Como opción, cualquiera de nuestros instrumentos Radiation Alert® se puede modificar para que funcione con el Observer.

El Observer lee recuentos, CPM y CPS y es capaz de obtener, registrar y realizar análisis estadístico sobre los datos recibidos. Los datos se muestran en un gráfico así como en medidores analógicos y digitales de pantalla y se pueden guardar o imprimir en diferentes formatos, incluso el de hoja de cálculo. El tiempo de permanencia/conteo se puede ajustar para cada punto del gráfico. También se puede definir la duración del conteo. Los medidores en pantalla del software tienen configuraciones ajustables así como una alarma que se puede configurar en CPM. Hay indicadores visuales y de sonido y se puede reproducir el clic del metrónomo a través de las bocinas de la computadora.



Garantía

ELEMENTOS DE LA GARANTÍA: S.E. International, Inc. garantiza el tubo Geiger-Mueller por 90 días y todos los materiales y la fabricación del producto por un año contra todo defecto de materiales y fabricación. Las únicas exclusiones y limitaciones se enumeran a continuación.

DURACIÓN DE LA GARANTÍA: La garantía terminará y no tendrá más vigencia un año (90 días para el tubo GM) después de la fecha original de compra del producto o en el momento en que el producto : a) se daña o no se mantiene en forma razonable o necesaria, b) sea modificado, c) sea reparado por alguien que no sea el garante para un defecto o mal funcionamiento cubierto por esta Garantía, d) se haya contaminado con materiales radiactivos, o e) sea usado en una forma o para un propósito para el que no se había destinado o en forma contraria a las instrucciones escritas de S.E. International, Inc. Esta garantía no se aplica a productos expuestos a elementos corrosivos, uso inapropiado, abuso o negligencia.

DECLARACIÓN DE REMEDIO: En el caso de que en cualquier momento el producto no conforme con la garantía mientras esté vigente esta garantía, el Garante reparará el defecto y devolverá el instrumento (porte previamente pagado) sin facturarle los repuestos o mano de obra.

NOTA: Mientras se subsanará el producto bajo garantía sin cobro alguno, esta garantía no cubre ni proporciona el reembolso o pago por daños consecuentes o incidentales que surjan del uso o imposibilidad de uso de este producto. La responsabilidad de la compañía a raíz del suministro de este instrumento o de su uso, independientemente de si está cubierto o no por la garantía, de ninguna manera excederá el costo de subsanar los defectos en el instrumento, y después de dicho período de un año (90 días en el caso del tubo GM), toda responsabilidad mencionada terminará. Cualquier garantía implícita se limita a la duración de la garantía escrita.

PROCEDIMIENTO PARA OBTENER EL CUMPLIMIENTO DE LA GARANTÍA: En el caso de que el producto no se conforme a la garantía, sírvase escribir o llamar a la dirección y teléfono indicados arriba. S.E. International, Inc. no aceptará instrumentos contaminados para calibración o reparación, sean o no cubiertos por la garantía.

NOTA: Antes de utilizar este instrumento, el usuario debe determinar la idoneidad del producto para el uso destinado. El usuario asume todo riesgo y responsabilidad relacionada con tal uso.